

Diseño de una videoaventura para el aprendizaje de lenguaje SQL

Design of a serious adventure video game to learn SQL language

Manuel Palomo-Duarte
*Departamento de Ingeniería
Informática, Universidad de Cádiz*
Puerto Real, Spain
manuel.palomo@uca.es

Antonio Balderas
*Departamento de Ingeniería
Informática, Universidad de Cádiz*
Puerto Real, Spain
antonio.balderas@uca.es

Francisco Díaz-Brotons
*Departamento de Ingeniería
Informática, Universidad de Cádiz*
Puerto Real, Spain
fran.diazbro@alum.uca.es

José Antonio Ortega-Pérez
*Departamento de Ingeniería Informática
Universidad de Cádiz*
Puerto Real, Spain
joseantonio.ortega@uca.es

Juan Manuel Dodero
*Departamento de Ingeniería Informática
Universidad de Cádiz*
Puerto Real, Spain
juanma.dodero@uca.es

Abstract—The SQL language has been widely used in computer science and engineering for the last decades. It provides a simple syntax, quite similar to natural language, to retrieve data from the tables in a relational database. Unfortunately, behind that initial simplicity, the SQL language shows some difficulties when learning in depth, specially without the supervision of a teacher. In this paper we introduce the design of a serious game, in the form of an adventure, to learn SQL language. During the game, the player has to write different queries to overcome challenges posed. The SQL queries are actually executed, and the player is provided with feedback on each of them. We introduce an architecture and a synthetic example. The information resulting from the game can be collected in logs so the supervisor can use learning analytics to easily supervise and analyse the experience.

Resumen—SQL es un lenguaje ampliamente usado en ingeniería informática, siendo uno de los pilares fundamentales en la explotación de bases de datos relacionales desde hace décadas. Sin embargo, a pesar de ser un lenguaje aparentemente sencillo, su aprendizaje a fondo suele presentar dificultades para los estudiantes, sobre todo cuando se realiza de manera autónoma. En este trabajo presentamos el diseño de un juego serio para el aprendizaje de lenguaje SQL. En él, el jugador deberá superar los diversos retos que se encuentre en una aventura mediante consultas SQL. El jugador recibe retroalimentación tras la ejecución de las sentencias en una base de datos real. Presentamos una arquitectura para implementar el sistema y un ejemplo de partida. La información que se produce se puede recopilar para aplicar técnicas de analítica de aprendizaje (learning analytics), de modo que no sólo sea útil para el estudiante, sino también para el profesorado.

Index Terms—sql, videojuego serio, learning analytics

Este trabajo ha sido desarrollado en el contexto del proyecto VISAIGLE (TIN2017-85797-R), financiado por la Agencia Estatal de Investigación del Ministerio de Ciencia e Innovación de España.

I. INTRODUCCIÓN

Aunque desde hacía tiempo se conocían las ventajas de la aplicación de tecnología informática a la enseñanza, la actual pandemia de Covid19 ha disparado su adopción en entornos académicos [1]. Gracias a ellas se pueden desarrollar experiencias de aprendizaje más atractivas y efectivas para los estudiantes, manteniendo un adecuado control por parte del profesorado [2]. Igualmente, el uso de juegos en la enseñanza ha mostrando resultado interesantes en cuanto a motivación y aceptación, como lo demuestra la primera edición del Libro Blanco español de la I+D+i y Ciencia en Videojuegos 2020 [3], y la Agenda Digital para España del Ministerio de Industria, Energía y Turismo [4].

SQL (del inglés Structured Query Language) es un lenguaje de dominio específico diseñado para administrar y recuperar información de sistemas de gestión de bases de datos relacionales [5]. A pesar de su aparente simplicidad, la parte del SQL para la manipulación de datos (DML, del inglés Data Manipulation Language), está basado en el álgebra relacional y en el cálculo relacional de tuplas, y los alumnos con carencias en estos fundamentos suelen presentar dificultades para aprender este lenguaje a fondo [6]. En este artículo presentamos el diseño de un juego serio para el aprendizaje de lenguaje SQL. En él, el jugador deberá superar los diversos retos que se encuentre en una aventura ejecutando consultas SQL.

El resto del artículo se organiza como sigue. La segunda sección presenta el estado del arte en iniciativas para el aprendizaje de SQL. En la tercera sección, se describe la arquitectura propuesta. La cuarta sección presenta un ejemplo de partida. Finalmente se muestran las conclusiones y el trabajo futuro.

II. INICIATIVAS PARA EL APRENDIZAJE DE SQL

Las bases de datos son uno de los contenidos básicos en los estudios de Ingeniería Informática en España, reconocidos como tal en el Libro Blanco del Título de Grado en Ingeniería de la ANECA [7]. En un informe de las asignaturas de Bases de Datos en los estudios de Grado en Ingeniería Informática en universidades españolas de 2018 [8], se muestra cómo en 38 de los 54 títulos con asignaturas propias de Bases de Datos se imparte diseño conceptual, en 44 modelo relacional, en 30 álgebra y cálculo relacional, y en 40 diseño lógico. En todas estas asignaturas, se trabaja con el lenguaje SQL disponible en Sistemas de Gestión de Bases de Datos Relacionales (SGBDR) como Oracle, MySQL y SQLServer.

Aunque las consultas más sencillas de SQL suelen ser fáciles de aprender para los estudiantes, aprender SQL a fondo no suele resultar una tarea sencilla si no tiene una buena base de álgebra y de cálculo relacional. La academia ha tratado de mejorar la situación mediante el uso de herramientas interactivas que ayuden al estudiante en el aprendizaje de SQL [9]. A continuación presentamos algunas iniciativas llevadas a cabo en este aspecto.

En primer lugar encontramos Arqueras de Nand, un sencillo juego de tablero que enseña la lógica básica del lenguaje SQL. El objetivo del juego es ganar una batalla en la que, entre otros recursos, se dispone de una arqueras que disparan flechas al enemigo de acuerdo a unas condiciones similares a las cláusulas SELECT y WHERE de SQL. Aunque es un juego muy básico (sólo considera condiciones con AND, OR, NOT COUNT, y LIKE) puede ser de utilidad en fases iniciales de aprendizaje, tanto de SQL como de otros lenguajes que utilicen dichos operadores lógicos [10].

Otra interesante iniciativa es SQL Murder Mystery. Este sistema está disponible como software libre en su página oficial [11] y que se puede jugar online de manera gratuita sin registro previo. Es quizás la iniciativa más similar a la videoaventura que se presenta. El entorno funciona vía web, presentando al jugador una serie de pistas textuales con las que puede ejecutar consultas que proporcionarán información sobre un asesinato. Entre sus aspectos mejorables destaca que su duración es bastante breve, no tiene una interfaz gráfica y no tiene ningún tipo de retroalimentación más allá del propio mensaje de error que manda la base de datos.

En el trabajo presentado por Soffano et al, se utiliza un juego de rol de corte medieval para el aprendizaje dinámico de SQL [12]. Los estudiantes controlan un avatar que pueden personalizar al principio del juego. El avatar puede controlarse con el ratón o atajos de teclado. El mismo método controla también la cámara 3D del juego. El juego contiene tres misiones principales y una serie de misiones secundarias. Para cada misión, el alumno aprende diferentes tipos de consultas de selección.

En la propuesta presentada por [13], se presenta un juego basado en una isla desierta en el que sus habitantes solo entienden SQL. Mediante este juego, los estudiantes podrán practicar los fundamentos básicos de SQL mientras tratan

de sobrevivir en la isla desierta. No se presupone ningún conocimiento de SQL.

Schemaverse es un juego de estrategia SQL online que se desarrolla en el espacio [14]. Los usuarios compiten entre sí, y el objetivo del juego es comprar flotas y naves y viajar por espacio para conquistar planetas. Este juego es apto para usuarios ya familiarizados con SQL. Esto se debe a que las consultas no crean ninguna tabla de resultados, sino que crean una acción en el juego que no se visualiza, lo que hace difícil que un principiante entienda cómo se utiliza SQL en el mundo real.

SQL Course [15] y SQLzoo [16] son dos herramientas web interactivas para aprender SQL. Proporcionan diferentes ejercicios y un espacio para que los estudiantes propongan una solución. La principal limitación en estas herramientas es que ofrece una retroalimentación muy pobre cuando la solución propuesta no es correcta. SQL easy es una herramienta similar a las anteriores, pero con un diseño más actual que las anteriores. También mejora en el aspecto de la retroalimentación, ya que ofrece al estudiante más información sobre los errores cometidos.

La personalización de las herramientas de aprendizaje a las necesidades de cada estudiante es objetivo de los docentes. SQL-KnoT es una herramienta que genera problemas que los estudiantes deberán resolver mediante consultas SQL. En [17], SQL-Knot se integró con el sistema WebEx y con SQL-Lab para construir un modelo de usuario para cada estudiante, que se utilizó para adaptar algunos de sus componentes a partir del progreso individual.

Por último, existe una propuesta de un Agente conversacional para el aprendizaje de SQL [18]. Este permite realizar ejercicios de SQL, clasificados en tres niveles de dificultad, los cuales se irán habilitando conforme el aprendiz vaya completándolos. Para cada ejercicio, la herramienta muestra su enunciado y, sobre una caja de entrada de texto situada justo bajo el recuadro del enunciado, el aprendiz podrá lanzar las consultas requeridas y observar los resultados producidos. En la parte derecha de la aplicación, se muestra un panel desde donde el usuario podrá interactuar con el chatbot. Este chatbot le proporcionará pistas sobre cómo resolver los ejercicios, así como instrucciones claras y concisas sobre la sintaxis y semántica del lenguaje SQL. La aplicación incorpora un ranking donde aparecen los usuarios que han completado los ejercicios.

III. VIDEOAVENTURA

En líneas generales, el objetivo del juego es el aprendizaje del lenguaje SQL mediante la realización de consultas que ayuden al usuario a dar los pasos para resolver un misterio. Las siguientes subsecciones, describen la arquitectura, los detalles de la aventura, muestran cómo se desarrolla la plataforma y detallan la interacción que se permite entre el estudiante y el sistema.

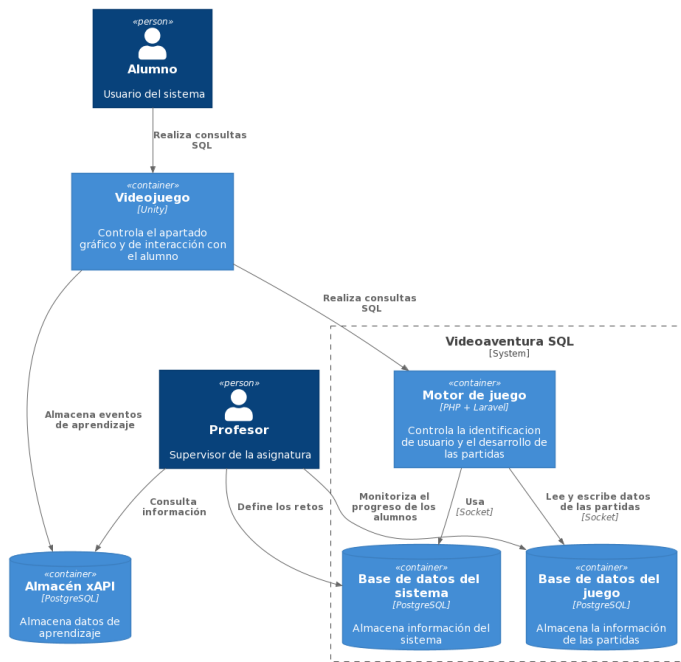


Fig. 1. Arquitectura de la plataforma

A. Arquitectura

La arquitectura cliente/servidor seguida se muestra en la figura 1 (realizada como diagrama de contenedores de acuerdo al modelo C4 de [19]).

En esta arquitectura observamos dos actores: estudiante y profesor. El estudiante interactúa desde un cliente gráfico instalado en su equipo. En principio parece más cómodo un ordenador con teclado para introducir las consultas, aunque no se descarta crear una interfaz gráfica para construir sentencias SQL desde un dispositivo táctil. Por su parte el profesor, una vez configurado el sistema e introducida una aventura, sólo debe supervisar el proceso con la información en el registro de ejecución (log) de la base de datos del juego y los eventos del juego en sí (registrados en un almacén xAPI).

El motor del juego es el responsable de validar a los usuarios, ir proponiéndoles retos y realizar el control de la partida para que el cliente gráfico muestre al usuario la información adecuada en cada momento.

B. Aventura

La aventura pone al jugador en el papel del Jefe informático de seguridad de la gran estación espacial. Su objetivo es velar por el bienestar de los ciudadanos de la nave con las únicas herramientas son una base de datos y la ayuda del cuerpo de seguridad espacial CSE. Esta misión, alineada con un objetivo educativo concreto, se divide en varios retos que deben superarse (y cada reto dispone de una o varias pistas para superarse).

De este modo, el usuario debe escribir consultas en la base de datos para descubrir información de interés. Con esa información puede orquestar al cuerpo de seguridad para

dirigirles a zonas de delito para obtener nueva información. Hay un parámetro a tener en cuenta: el tiempo. El cuerpo de seguridad tarda una cantidad de unidades de tiempo en ir al lugar indicado y realizar un informe. De este modo, el jugador debe intentar consumir el menor número de unidades de tiempo posible para resolver cada caso. Además, se medirá un segundo parámetro, el consumo de recursos mediante la eficiencia de las consultas.

La dinámica de cada partida consiste en los siguientes pasos:

- 1) El usuario se identifica en la plataforma (que se corresponderá con una identificación en el sistema gestor de bases de datos) y elige una aventura entre las que se ofrezca.
- 2) Se crea la estructura necesaria para almacenar las acciones del usuario en dicha partida.
- 3) La aventura planteará el reto con menor dificultad sin resolver por el estudiante.
- 4) Se crea (o modifica, si ya existe) una vista en la BD con la información de la BD que será visible al usuario en ese momento de la partida. Esa información será la necesaria para resolver el reto actual.
- 5) El estudiante puede diseñar y ejecutar tantas consultas SQL como desee para plantear la resolución del reto.
- 6) Por cada consulta, recibirá su salida y consumo de recursos de su ejecución.
- 7) Cuando cree que tiene la consulta correcta, lo indica al sistema y envía la consulta concreta.
- 8) Si la consulta no es correcta, se informa al usuario y se vuelve al paso 4.
- 9) Si la consulta es correcta, se informa al usuario y si quedan retos por resolver se vuelve al paso 3.

A su vez, el estudiante deberá intentar hacer un uso eficiente de recursos, considerando las siguientes premisas:

- El estudiante dispone de un tiempo recomendado para finalizar la partida, por lo que debe minimizar el tiempo que utiliza para resolver cada reto.
- Debe resolver los problemas buscando una adecuada implementación de las consultas SQL. Se proporcionará feedback al usuario sobre la eficiencia de las consultas realizadas.

C. Desarrollo del sistema

Para el desarrollo de la parte cliente se ha optado por usar Unity, que ofrece un entorno de desarrollo multiplataforma muy sencillo para videojuegos y multimedia. Además tiene soporte para xAPI de TinCan, el estándar para registro de las acciones de usuario en un entorno docente. Actualmente hay una pequeña versión en fase alfa liberada como software libre ¹ (la figura 2 muestra una captura de la interfaz de introducción de comandos).

Para el servidor ha decidido implementar un sistema basado en PHP, que se podría desarrollar con alguno de los entornos populares de desarrollo (como Laravel, Symfony o CodeIgniter).

¹<https://github.com/HexStar27/cse-investigaciones>



Fig. 2. Interfaz de usuario

Finalmente, las bases de datos de trabajo se pueden alojar en cualquier sistema gestor de bases de datos que de un rendimiento adecuado. Creemos que PostgreSQL o MySQL pueden ser buenas alternativas por su amplio soporte de comunidad y licencia libre.

D. Descripción interacción estudiante-videoaventura

La interacción de los estudiantes con la videoaventura consiste en una serie de pasos que se describen a continuación:

- 1) **Reto.** El sistema proporciona al alumno el enunciado del reto a resolver.
- 2) **Pista.** El CSE proporciona una pista al estudiante para dar el siguiente paso en el reto.
- 3) **Realización de consultas.** El usuario puede ejecutar las consultas que desee para interactuar con el sistema. Estas consultas, aunque consuman tiempo, no se considerarán intentos de solución.
- 4) **Proponer solución.** El usuario puede introducir una consulta como solución a la pista recibida.
- 5) **Retroalimentación.** Tras introducir la consulta, esta es evaluada por el SGBD y se muestra el resultado devuelto.
 - En caso de que la consulta sea incorrecta, esta información se le hace llegar al usuario, se le recuerda de nuevo la pista y proporciona información sobre las características necesarias del lenguaje SQL necesarios para resolverla. Por último se vuelve al paso 2.
 - Si el resultado de la consulta es correcto, se actualiza la información disponible al usuario y se le ofrece el siguiente reto con sus pistas correspondientes.

IV. EJEMPLO DE PARTIDA

Un ejemplo de partida podría ser:

- 1) El jugador se identifica en el sistema, y elige la aventura que se ofrece por defecto.
- 2) El sistema, tras configurar su entorno, le informa de que es el Jefe informático de seguridad de la gran estación espacial. Su objetivo es usar la base de datos del sistema

para velar por el bienestar de los ciudadanos, con la ayuda del cuerpo de seguridad espacial CSE.

- 3) Se informa al usuario del nombre de la base de datos (por ejemplo, espacio1).
- 4) El usuario entra en la base de datos (*use espacio1*).
- 5) Se informa del objetivo de la primera misión: se ha detectado una pérdida de materiales de interés durante su transporte y hay que buscar al responsable.
- 6) Se le informa al usuario de la cantidad de agentes disponibles en el CSE para esta primera misión, en este caso 3 agentes.
- 7) El usuario abre el mapa y el sistema ofrece dos retos.
- 8) Selecciona uno de los retos disponibles enviando uno de los agentes del CSE para que le informe de las pistas.
- 9) El sistema proporciona el conjunto de pistas: un testigo declara haber visto a un transportista pelirrojo parar la nave en un punto no autorizado durante el transporte. Además se ha fijado en que medía más de 1,90 metros de altura.
- 10) El usuario pide información de las tablas disponibles en la base de datos (*show tables*).
- 11) El usuario tiene disponible desde ese momento la pestaña de tablas en el que se mostrarán las tablas disponibles de la base de datos. Una de las tablas disponibles será la de Transportistas, con los campos id, nombre, color_pelo y altura.
- 12) El usuario realiza una consulta para obtener los transportistas pelirrojos. Observa en el resultado que hay varios transportistas pelirrojos.
- 13) El usuario realiza una consulta para obtener los transportistas pelirrojos de más de 1,90 metros de altura.
- 14) El resultado es un único transportista, con lo que el reto queda resuelto.
- 15) El usuario pulsa un botón para comprobar que la consulta es la correcta. Si es correcta se le da como recompensa la posibilidad de hacer una consulta más en el siguiente reto y se le muestra el mensaje "Han aparecido nuevos retos en el mapa". Si es incorrecta se le notificará al usuario y se le penalizará restando sus turnos disponibles.
- 16) El usuario elige el siguiente reto abriendo el mapa y enviando en este caso 2 agentes del CSE quedando 0 agentes restantes.
- 17) El sistema da el segundo reto al usuario: el transportista del reto anterior ha sido interrogado, y confiesa que le ha extorsionado una banda delictiva de la que sólo conoce datos de la cámara y habitación donde viven sus miembros. No se acordaba muy bien del nombre del a habitación pero está seguro de que terminaba en "vok".
- 18) El sistema proporciona una pista del CSE: la banda está formada por 4 personas que viven en la misma habitación.
- 19) El usuario pide información de las tablas disponibles en la base de datos (*show tables*).
- 20) El usuario puede volver a mirar las tablas disponibles.
- 21) Una de las tablas disponibles será la de Residencia,

con los campos num_pasaporte, nombre, cámara y habitación.

- 22) El usuario realiza una consulta para obtener la cantidad de personas que comparten cada habitación.
- 23) El usuario realiza una consulta para obtener las habitaciones en las que 4 personas comparten la habitación.
- 24) El usuario realiza una consulta para obtener las habitaciones en las que 4 personas comparten cada habitación en una cámara cuyo nombre acabe en "vok".
- 25) El resultado es una única habitación de una cámara concreta, con lo que el segundo reto queda resuelto.
- 26) El usuario pulsa un botón para comprobar que la consulta es la correcta. Si es correcta se le da la recompensa correspondiente y se le muestra el mensaje "Han aparecido nuevos retos en el mapa". Si es incorrecta se le notificará al usuario y se le penalizará restando sus turnos disponibles.
- 27) Como el usuario ya ha superado todos los retos de la misión, se acaba el día, se le muestra un resumen de su puntuación y de la eficacia del trabajo al usuario.
- 28) Si quedan misiones por realizar, se vuelve al paso 5 para completarlas.

En caso de que el usuario se quede sin turnos porque ha cometido muchos errores o ha hecho muchas más consultas de las necesarias fracasa en la misión. Entonces se queda sin las recompensas (por lo que tendrá menor puntuación) y no recuperará el/los agente(s) del CSE que envió. Por último se acaba el día en el juego y vuelta a empezar la misión que ha fracasado.

V. CONCLUSIONES

A pesar de su aparente sencillez inicial, SQL es un lenguaje potente y su uso a fondo presenta dificultades para los alumnos en muchos casos. Por eso se ha propuesto un videojuego tipo aventura que permita una aprendizaje autónomo más sencillo y motivador.

La propuesta está basada en una arquitectura cliente/servidor en la que el cliente gestionará la interfaz gráfica e interacciones con el alumno, y el servidor almacenará la base de datos. El jugador recibirá información sobre diferentes retos que debe resolver intentando hacer un uso adecuado de dos recursos: el tiempo y la eficiencia de las consultas SQL. Durante la partida recibirá feedback que le ayudará a superar las dificultades que encuentre. Por su lado el profesor podrá aplicar técnicas de analítica de aprendizaje (learning analytics) a la información recopilada para supervisar el comportamiento tanto de un alumno en particular como de un grupo de ellos.

Nuestro próximo trabajo futuro es terminar de implementar el juego, que actualmente está en fase muy inicial del desarrollo. Una vez se cuente con una versión beta se podrán proceder a realizar unas primeras pruebas funcionales y de aceptación antes de proceder a implantarlo como actividad de clase en docencia reglada.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado parcialmente por el proyecto VISAIGLE (código TIN2017-85797-R), financiado por la Agencia Estatal de Investigación (AEI) usando fondos ERDF.

REFERENCES

- [1] F. J. García-Peñalvo, V. Abella-García, A. Corell, and M. Grande, "La evaluación online en la educación superior en tiempos de la covid-19," *Education in the Knowledge Society*, vol. 21, no. 12, 2020.
- [2] A. Balderas, A. Berns, M. Palomo-Duarte, J. M. Dodero, and I. Ruiz-Rube, "Retrieving objective indicators from student logs in virtual worlds," *Journal of Information Technology Research (JITR)*, vol. 10, no. 3, pp. 69–83, 2017.
- [3] E. L. H. Antonio José Fernández Leiva, *1 Libro Blanco español de la I+D+i y Ciencia en videojuegos*. UMA Editorial, 2021.
- [4] V. autores, *Libro Blanco para el Diseño de las Titulaciones Universitarias en el Marco de la Economía Digital*. Agenda Digital para España, 2004. [Online]. Available: <https://www.cci.es/images/ccii/recursos/Libro-Blanco.pdf>
- [5] A. Beaulieu, *Learning SQL: master SQL fundamentals*. "O'Reilly Media, Inc.", 2009.
- [6] J. V. Murillo, S. B. Chavarría, and S. M. Rivera, "Herramienta asistida por computadora para la enseñanza del álgebra relacional en bases de datos," *Uniciencia*, vol. 26, no. 1-2, pp. 179–195, 2012.
- [7] V. autores, *Libro Blanco. Título de Grado en Ingeniería*. ANECA, 2004. [Online]. Available: http://www.aneca.es/var/media/150388/libroblanco_jun05_informatica.pdf
- [8] F. Carrillo Chaves, "Informe asignaturas de bases de datos en estudios de grado en ingeniería informática en universidades españolas, 2018," 2018.
- [9] C. R. Jaimez-González and A. Palma-Hernández, "An interactive online training course for sql beginnersbeginners," *International Journal on Integrating Technology in Education (IJITE)*, vol. 6, no. 4, pp. 1–9, 2017.
- [10] P. Garaizar, "Archers of nand: fight orcs using... sql!" <https://www.kickstarter.com/projects/garaizar/archers-of-nand/posts/2838322>, 2020, accessed: 2021-05-12.
- [11] J. Park and C. He, "Sql murder mystery," <https://github.com/NUKnightLab/sql-mysteries>, 2020.
- [12] M. Soflano, T. M. Connolly, and T. Hainey, "An application of adaptive games-based learning based on learning style to teach sql," *Computers & Education*, vol. 86, pp. 192–211, 2015.
- [13] J. Schildgen, "Sql island: An adventure game to learn the database language sql," in *Proceedings of the 8th European Conference on Games Based Learning (ECGBL 2014)*, 2014, pp. 137–138.
- [14] "Schemaverse," <https://schemaverse.com/>, accessed: 2021-05-12.
- [15] *sqlcourse.com Interactive Online SQL Training*, (accessed July 8, 2020). [Online]. Available: <http://www.sqlcourse.com/>
- [16] A. Cumming, *sqlcourse.com Interactive Online SQL Training*, 2009 (accessed July 8, 2020). [Online]. Available: <https://sqlzoo.net/>
- [17] P. Brusilovsky, S. Sosnovsky, M. V. Yudelson, D. H. Lee, V. Zadorozhny, and X. Zhou, "Learning sql programming with interactive tools: From integration to personalization," *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, vol. 9, no. 4, pp. 1–15, 2010.
- [18] A. Balderas, T. Person, D. Mejías-Ramírez, M. Palomo-Duarte, and I. Ruiz-Rube, "Desarrollo de un agente conversacional para el aprendizaje de SQL," in *Actas del XXII Simposio Internacional de Informática Educativa (SIIE 2020)*, 2020, pp. 93–98.
- [19] S. Brown, *The art of visualising software architecture: communicating software architecture with sketches, diagrams and the C4 model*. Lean Publishing, 2016.